

## 2-1-7 東北地方における地殻変動連続観測

### Continuous Observation of crustal deformation in Tohoku district

東北大学理学部

Faculty of science, Tohoku University

#### 1. 石英管伸縮計・水管傾斜計により観測された歪・傾斜変化

第1図は東北大学の地殻変動連続観測点の配置図である。第2図(a)~(m)に五城目 (GJM), 男鹿 (OGA), 仁別 (NIB), 西木 (NSK), 田沢湖 (TAZ), 沢内 (SWU), 姫神 (HMK), 黒沢尻 (KRS), 大東 (DIT), 気仙沼 (KSN), 三陸 (SNR), 宮古 (MYK), 北阿武隈 (KTA) の各観測点の石英管伸縮計により得られた歪の主な成分を示す。期間は1984年4月から1995年4月までである。上から南北, 東西方向の線歪およびせん断歪 ( $\epsilon_{NS}$ ,  $\epsilon_{EW}$ ,  $\gamma_{NE}$ ), 面積歪 ( $\Delta$ ), 最大せん断歪 ( $\gamma_{max}$ ) および日別降水量である。ここでは歪の各成分に見られる年周変化を取り除くため, 三品・他1)の方法によってこの期間の観測データの年平均値を推定し, それを観測データから取り除いたものを示している。このような処理を加えることにより, 歪率の変化に対する検出能力が生の観測データの場合と比べてかなり向上していると考えられる。

第3図(a)~(j)に五城目 (GJM), 男鹿 (OGA), 仁別 (NIB), 田沢湖 (TAZ), 黒沢尻 (KRS), 姫神 (HMK), 大東 (DIT), 気仙沼 (KSN), 宮古 (MYK), 三陸 (SNR) の各観測点に設置された計器長が15m以上の水管傾斜計により得られた傾斜変化を示した。期間は1984年4月から1995年4月までである。上から南北成分の観測データとこの期間の年平均値を取り除いた結果, 東西方向の観測データとこの期間の年平均値を取り除いた結果及び降水量である。年平均値を取り除いた結果には730日分のデータの回帰直線から外挿した予測値を重ねてある。年平均値を取り除いた成分の下側にマークが付されている部分は予測値と観測値との差が年平均値推定の際の標準偏差の2倍を超えている異常値を示す。

第4図には男鹿観測点の水管傾斜計により観測された傾斜ベクトルを示した。1984年以降のデータによると1993年後半から南東方向への顕著な傾動変化が観測されている。これは第2図(b)の時系列をみても明らかである。この変化が始まった時期には観測坑内に新たに別の水管傾斜計の設置作業を行っているため, その影響である可能性もある。その後, 1994年後半には東下がりから東上なりに転じているが, この時期には特筆すべき作業等を行っていない。また同時期には仁別観測点(第3図(c))においてもそれまでの北上がり, 東下がりの傾向が逆転している。また $\gamma_{NE}$ 成分(第2図(c))においても異常な変化が見られることから, これらが広域の地殻変動に対応している可能性もあると考えられる。

#### 2. 飛島観測点における歪・傾斜変化

東北大学では1994年12月から山形県飛島観測点において深度500mのボーリング坑底で体積歪計, 傾斜計による地殻変動連続観測を開始した。第5図(a)にその観測結果を示す。この中で特徴的なのは, 体積歪計の観測データにおいて初期ドリフトと考えられる縮みの傾向(図中下向き)が時折平

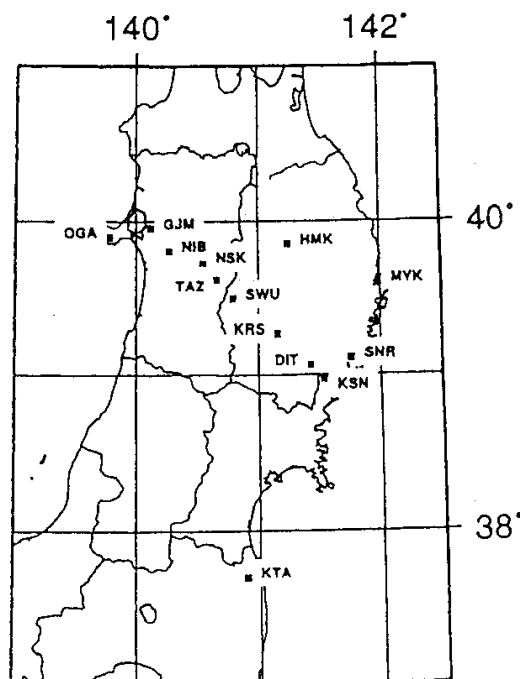
坦もしくは若干膨張の傾向（静穏期）になり、その後急激な縮み変化を示す（以後ストレインイベントと称する）ということがあげられる。主なイベントだけで、1995年1月、2～3月、3月と3回あり、他にも小さなイベントが数回発生している。この静穏期の長さは各イベントによってまちまちであるが、急激な縮み変化の大きさには相関があるようにみえる。また、各イベント最後の急激な縮み変化に伴って傾斜計でもステップ状の変化が見られることから、これらのイベントは少なくとも観測計器近傍の変形を反映したものであると考えられる。時間軸を拡大してみると急激な縮み変化の継続時間は数時間であることから、電気的なノイズである可能性も小さい。

日本海側の他の観測点に設置された体積歪計のデータにはこのようなストレインイベントは認められないことや、GPS連続観測の結果にも該当する時期に特に変化はみられないことから、ストレインイベント自体は数10km以上の広がりを持つような広域変動とは考えられない。

第5図(b)には第5図(c)で示した短形領域内の地震のM-T図を示してある。同地域の地震活動には時間的な消長があるが、この活動とストレインイベントの間には特に顕著な相関は認められない。前節で述べた男鹿、仁別観測点の歪・傾斜変化も併せて考えると、それぞれ見ている現象は異なっているが、もとをたどれば広域の応力場の変化といった共通の原因によるものである可能性も考えられることから、今後ともこの地域の地殻変動の推移に注意すべきであると考えられる。

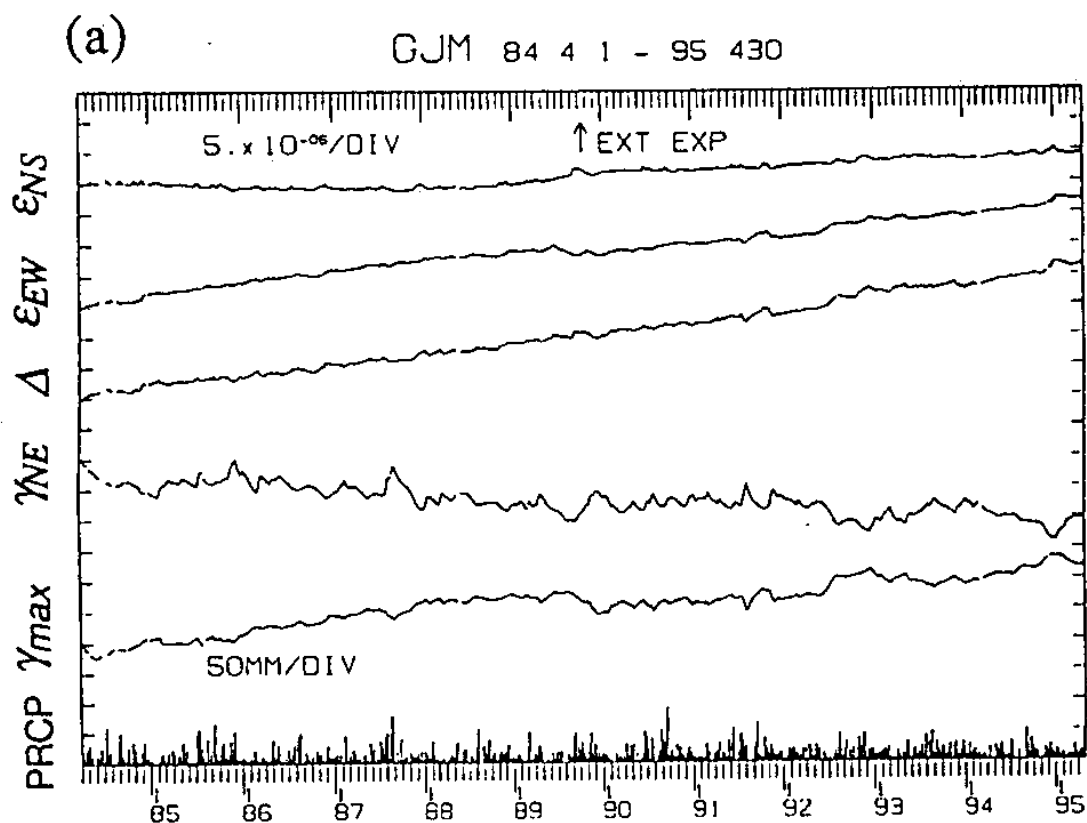
#### 参 考 文 献

- 1) 三品・他：地殻変動連続観測にあらわれた年周変化について：(続報)，日本測地学会第74回講演会要旨（1990），150-151.



第1図 伸縮計，水管傾斜計による歪・傾斜観測を行っている観測点の配置図。

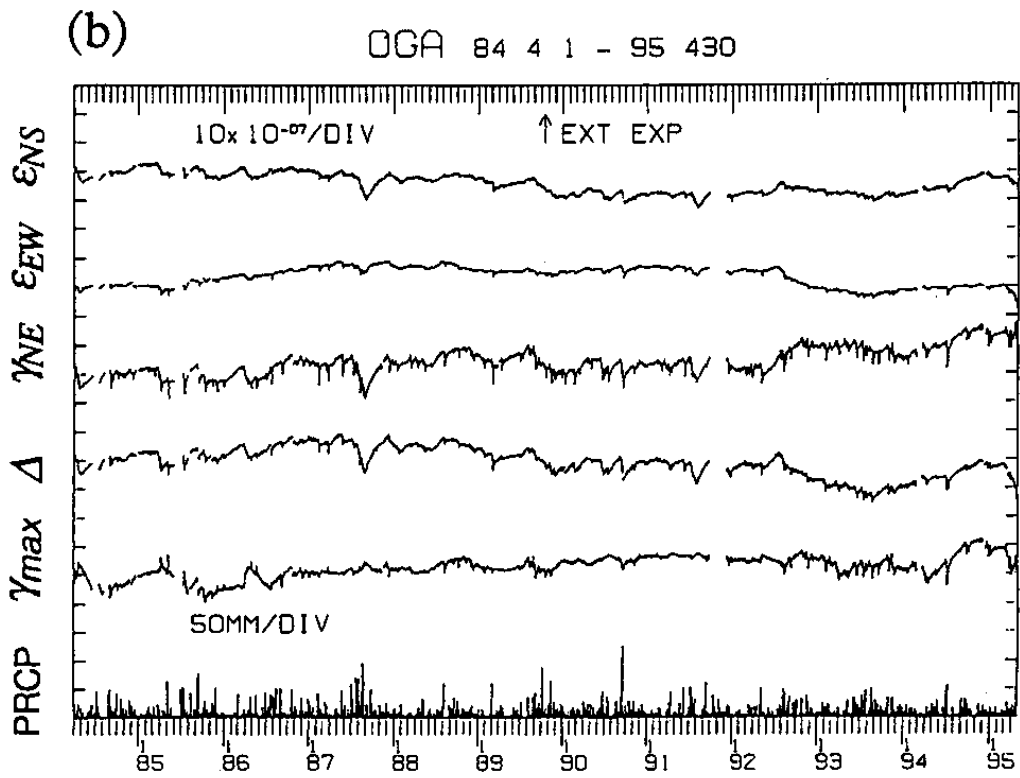
Fig. 1 Locations of observation stations where extensometers and water-tube tiltmeters are installed.



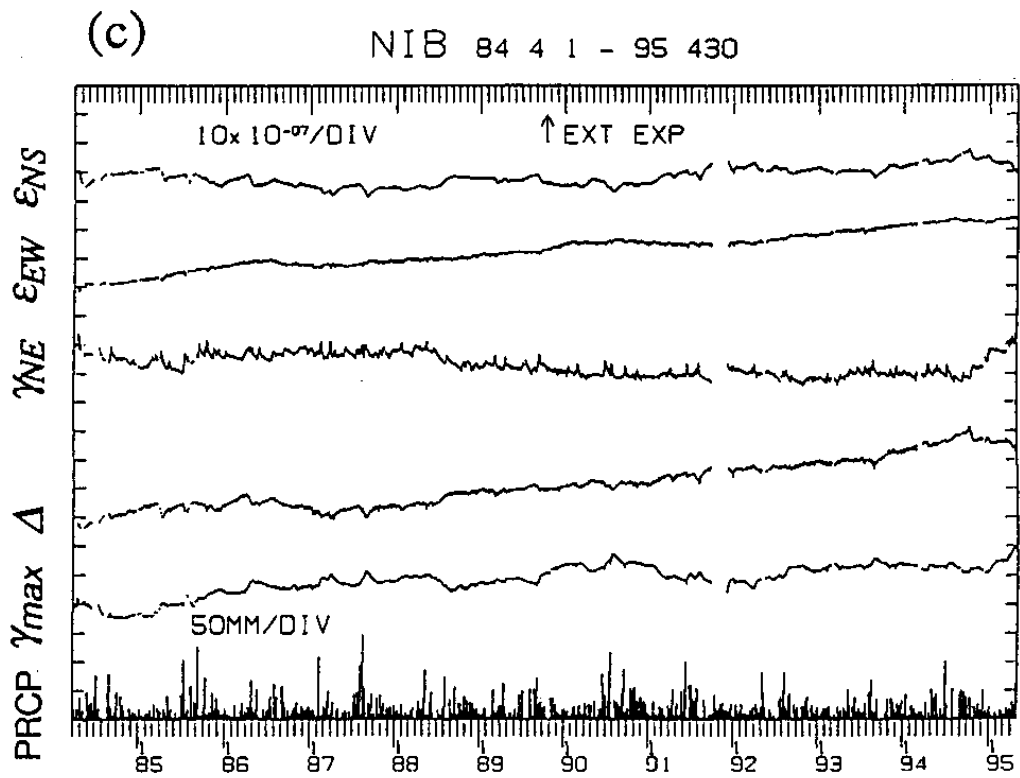
(a) 五城目 (GJM)

第2図 地殻変動観測点の石英管伸縮計により観測された歪変化 (1984年4月~1995年4月)。各成分ともこの期間における平年値を求め、観測データから差し引いてある。(a)五城目 (GJM), (b)男鹿 (OGA), (c)仁別 (NIB), (d)西木 (NSK), (e)田沢湖 (TAZ), (f)沢内 (SWU), (g)姫神 (HMK), (h)黒沢尻 (KRS), (i)大東 (DIT), (j)気仙沼 (KSN), (k)三陸 (SNR), (l)宮古 (MYK), (m)北阿武隈 (KTA)。

Fig. 2 Strain changes observed by extensometers at (a) GJM, (b) OGA, (c) NIB, (d) NSK, (e) TAZ (f) SWO, (g) HMK, (h) KRS, (i) DIT, (j) KSN, (k) SNR, (l) MYK, and (m) KTA for the period from April, 1984 to April, 1995. Normal values for this period are extracted from original data. For each station, two linear strains and a shear one corresponding to north and east directions ( $\epsilon_{NS}$ ,  $\epsilon_{EW}$ ,  $\epsilon_{NE}$ ), dilatation ( $\Delta$ ), and maximum shear ( $\gamma_{max}$ ) are shown.



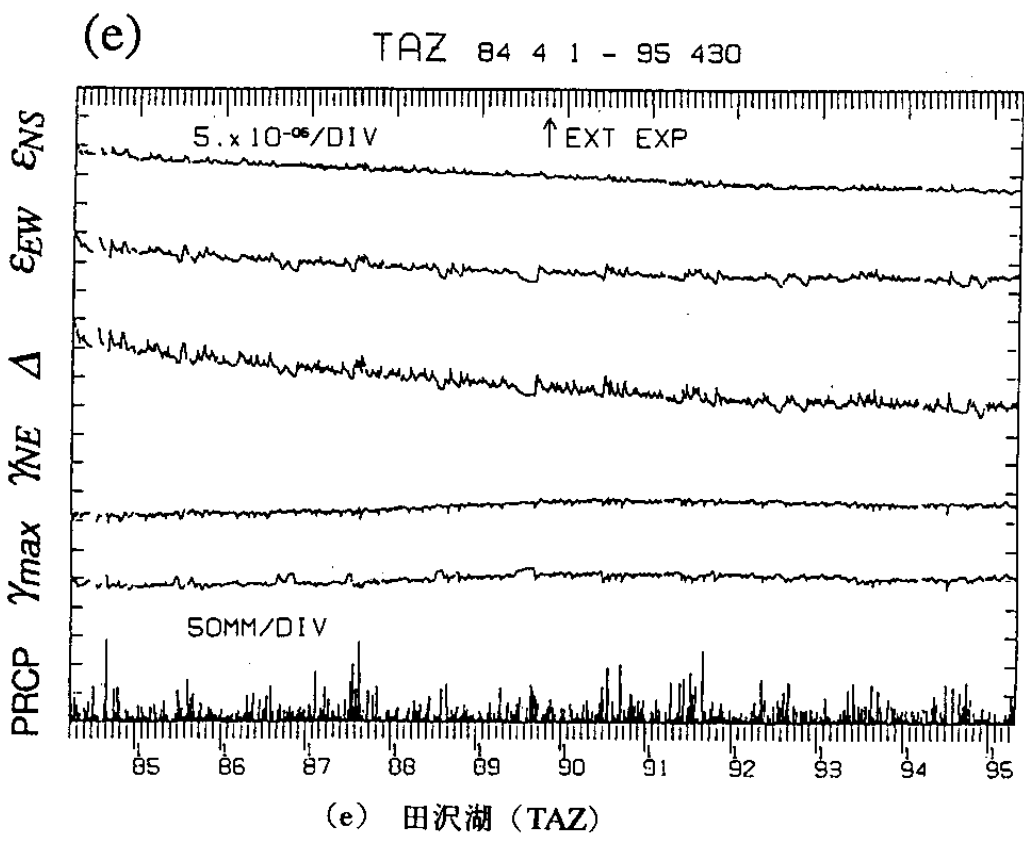
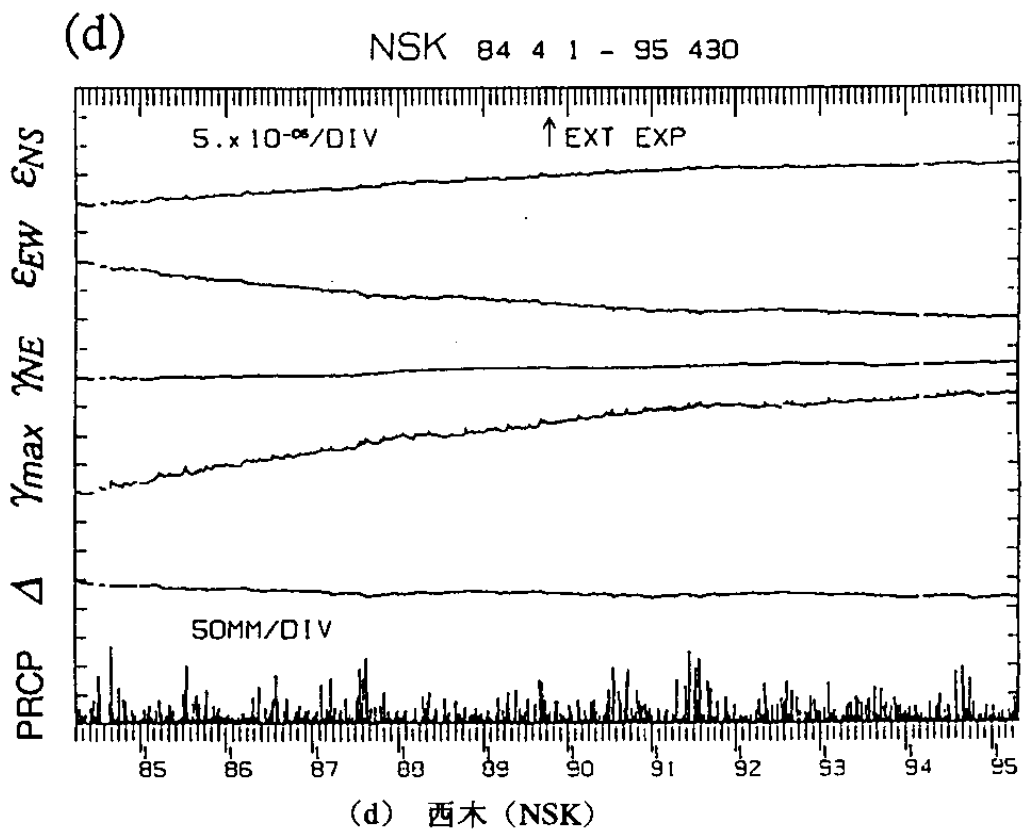
(b) 男鹿 (OGA)



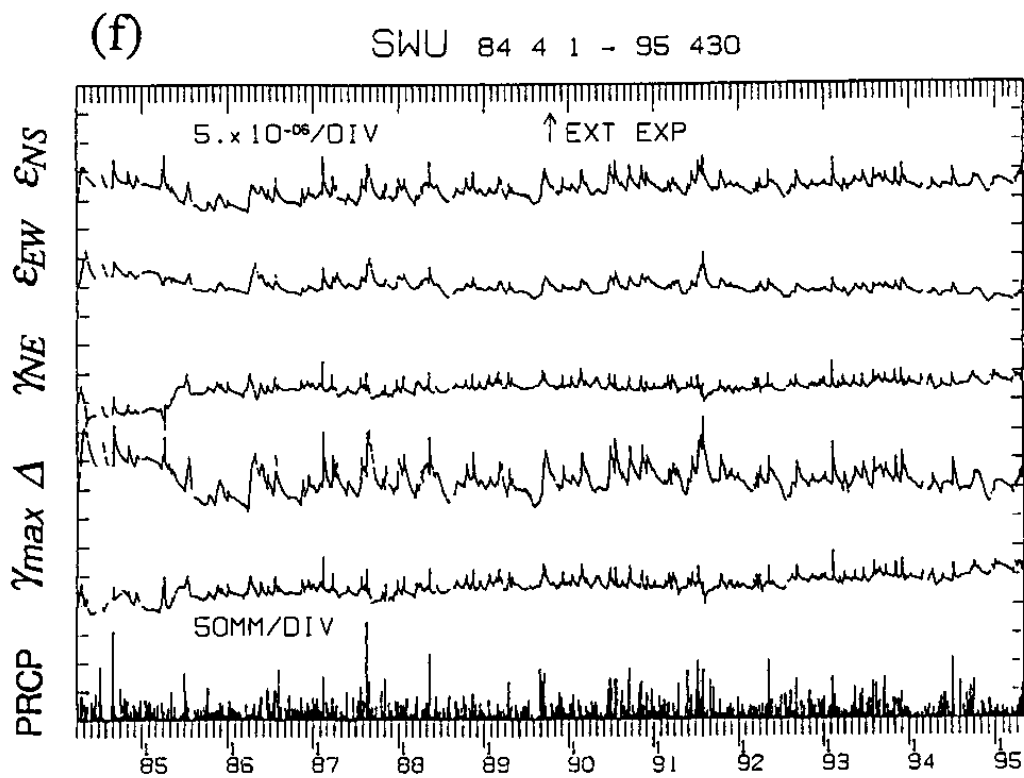
(c) 仁別 (NIB)

第2図 つづき

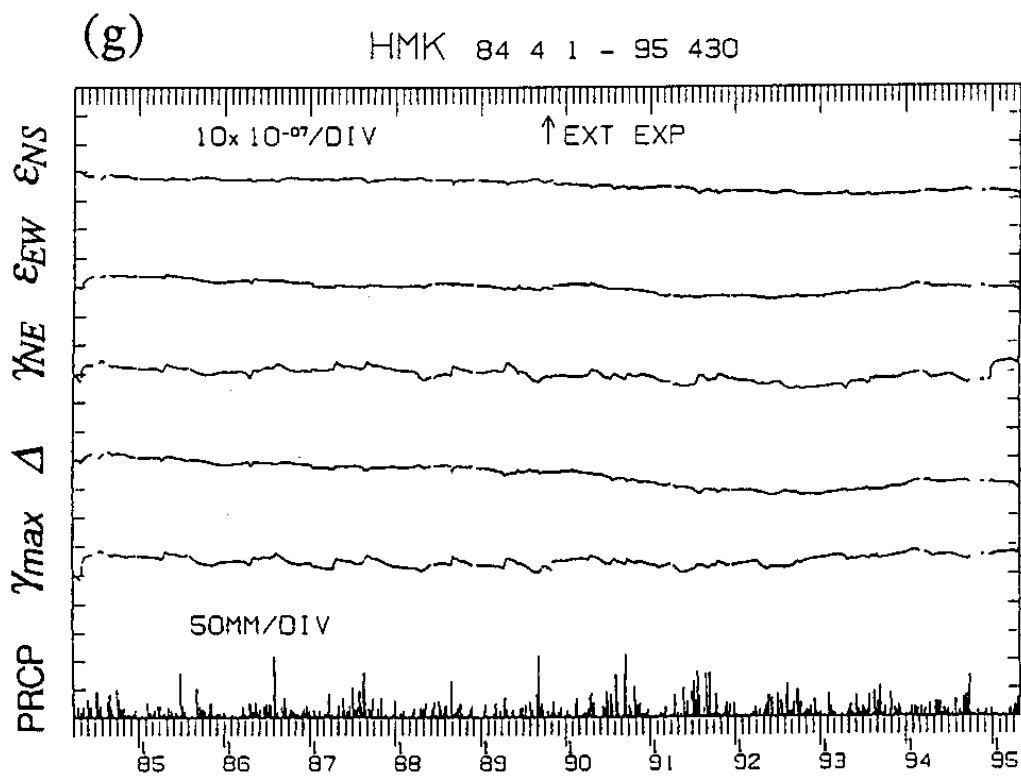
Fig. 2 (Continued)



第2図 つづき  
 Fig. 2 (Continued)  
 -147-



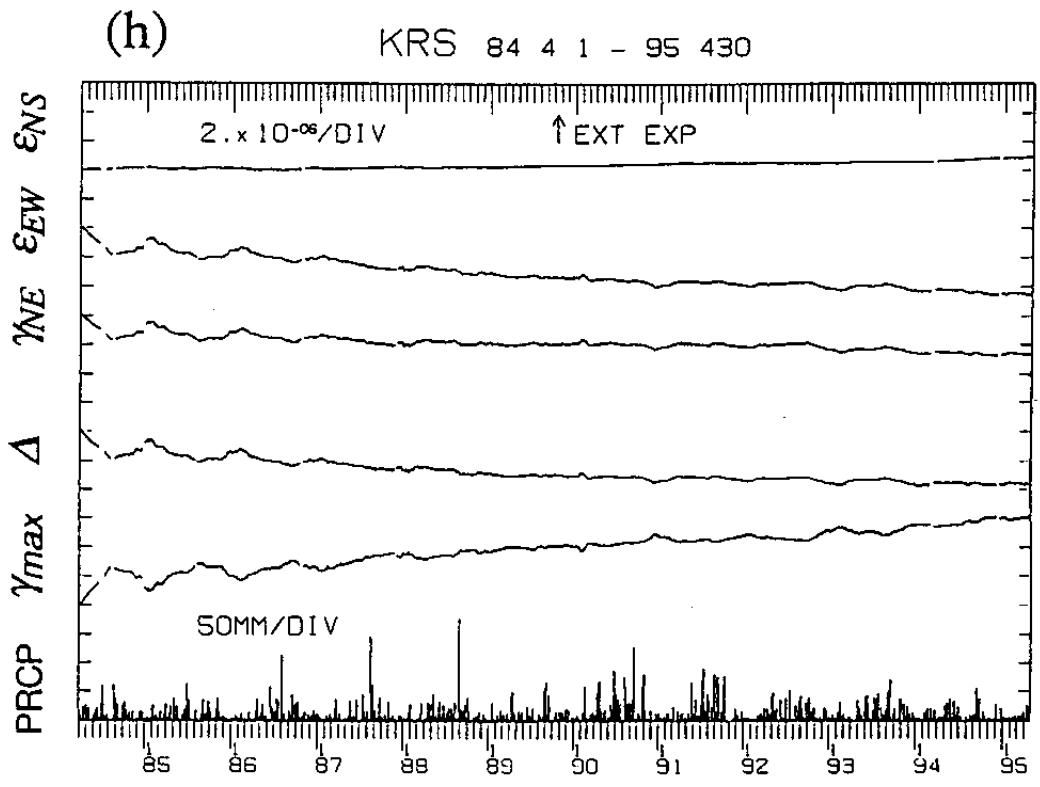
(f) 沢内 (SWU)



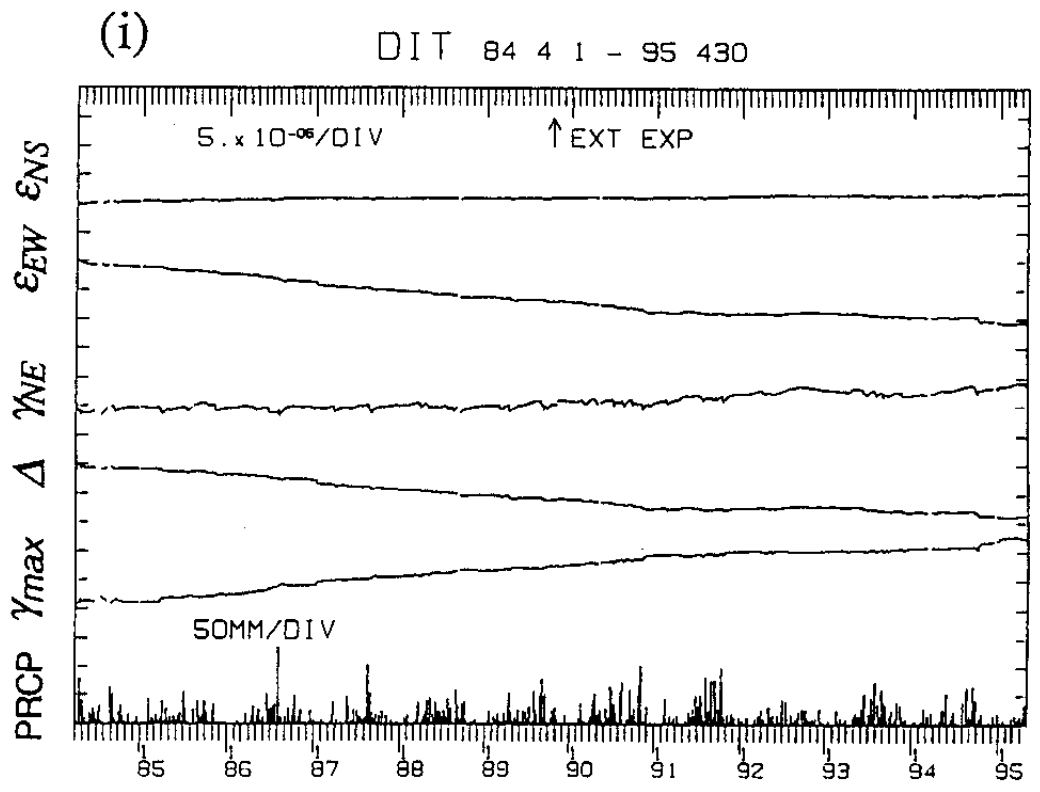
(g) 姫神 (HMK)

第2図 つづき

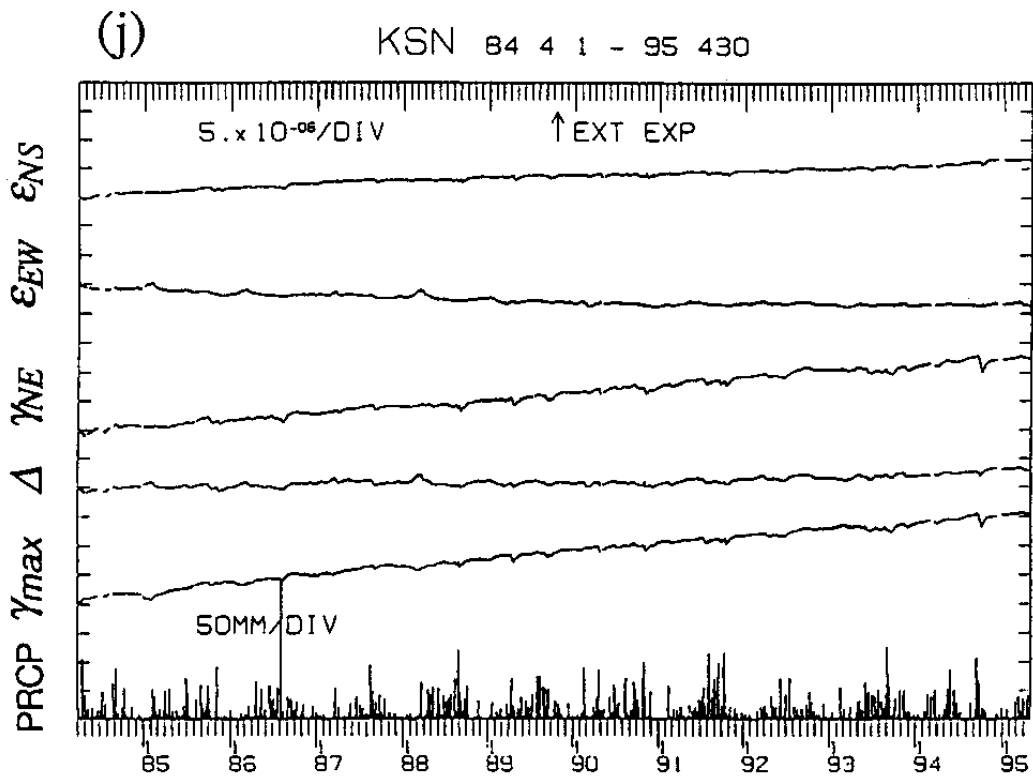
Fig. 2 (Continued)



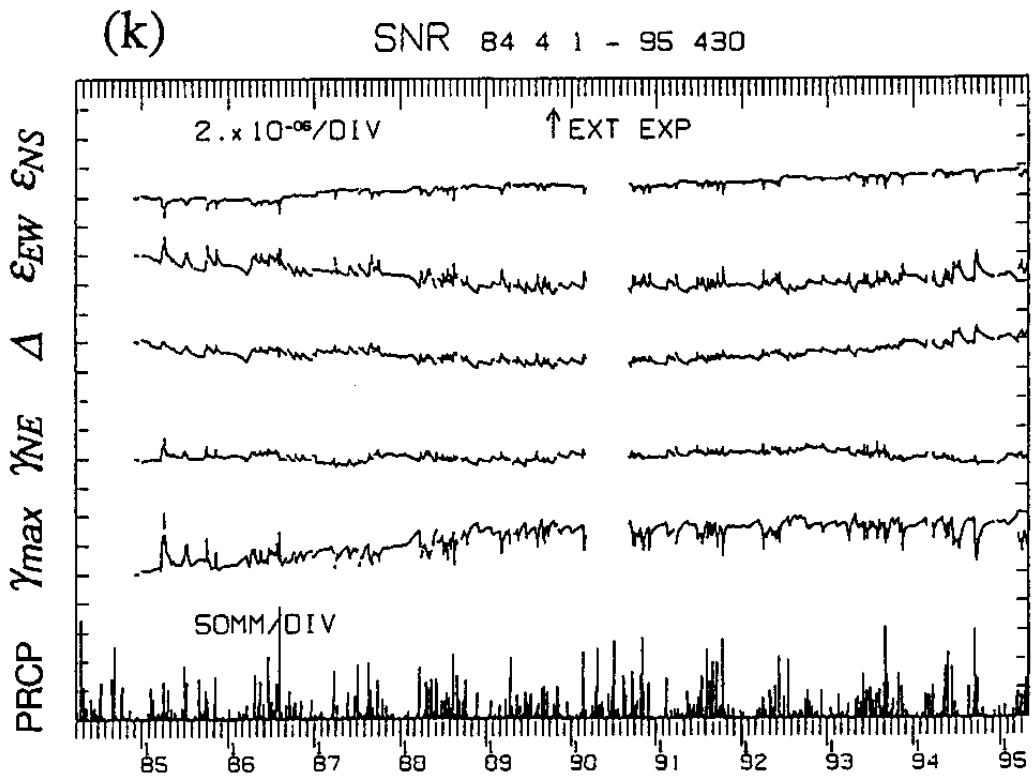
(h) 黒沢尻 (KRS)



(i) 大東 (DIT)



(j) 気仙沼 (KSN)

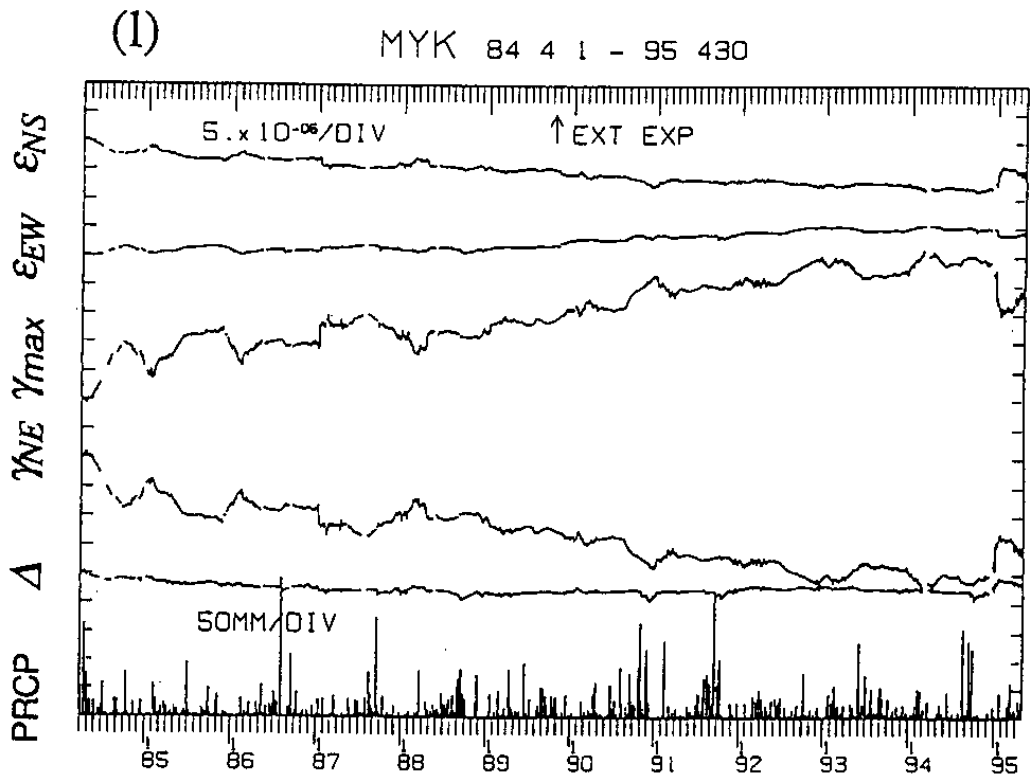


(k) 三陸 (SNR)

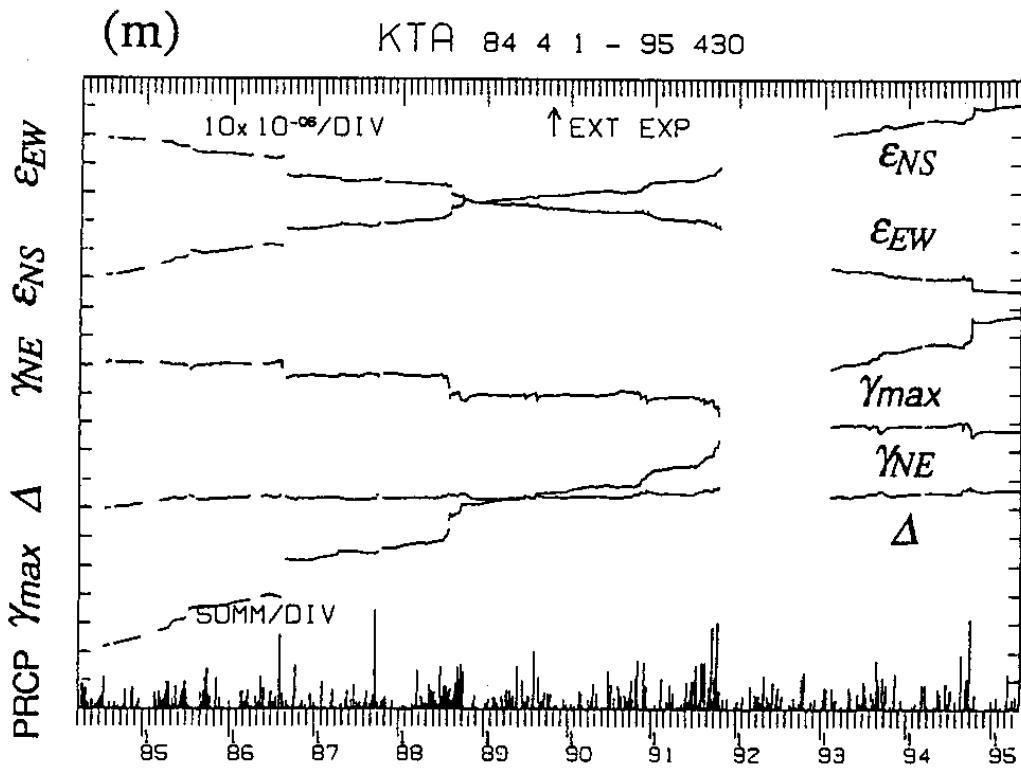
第2図 つづき

Fig. 2 (Continued)





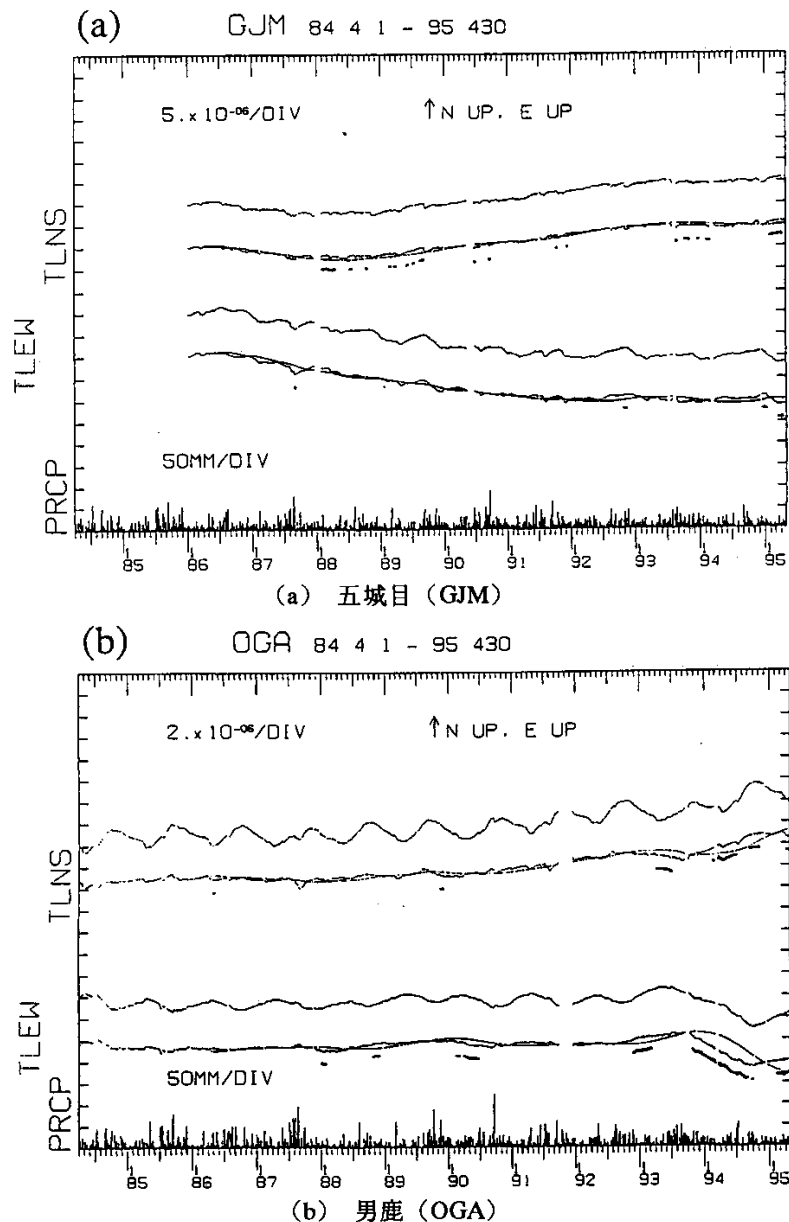
(1) 宮古 (MYK)



(m) 北阿武隈 (KTA)

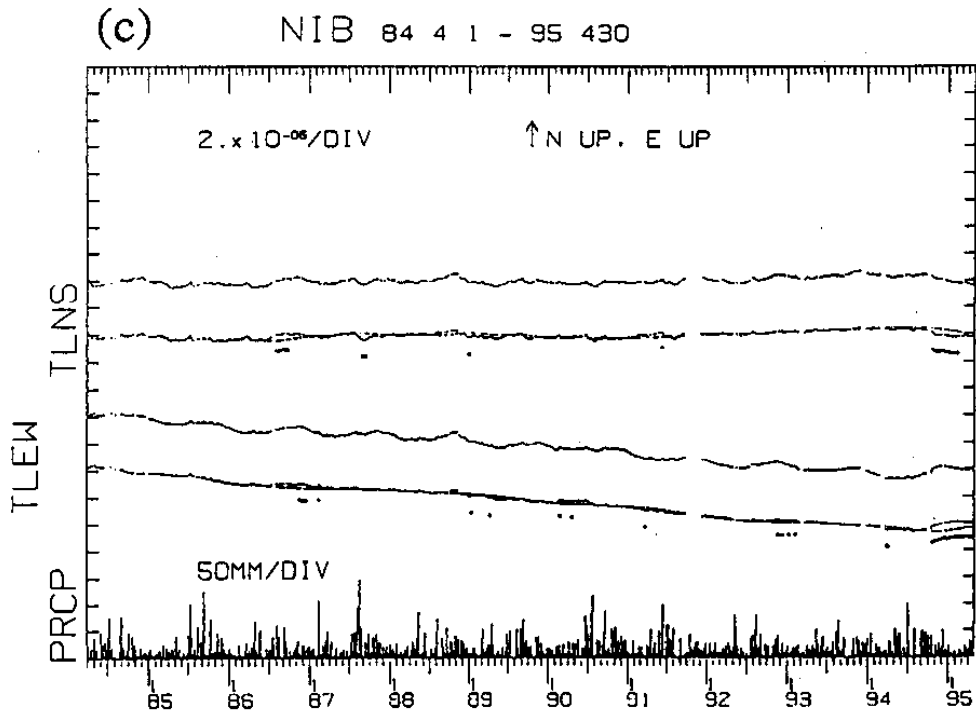
第2図 つづき

Fig. 2 (Continued)

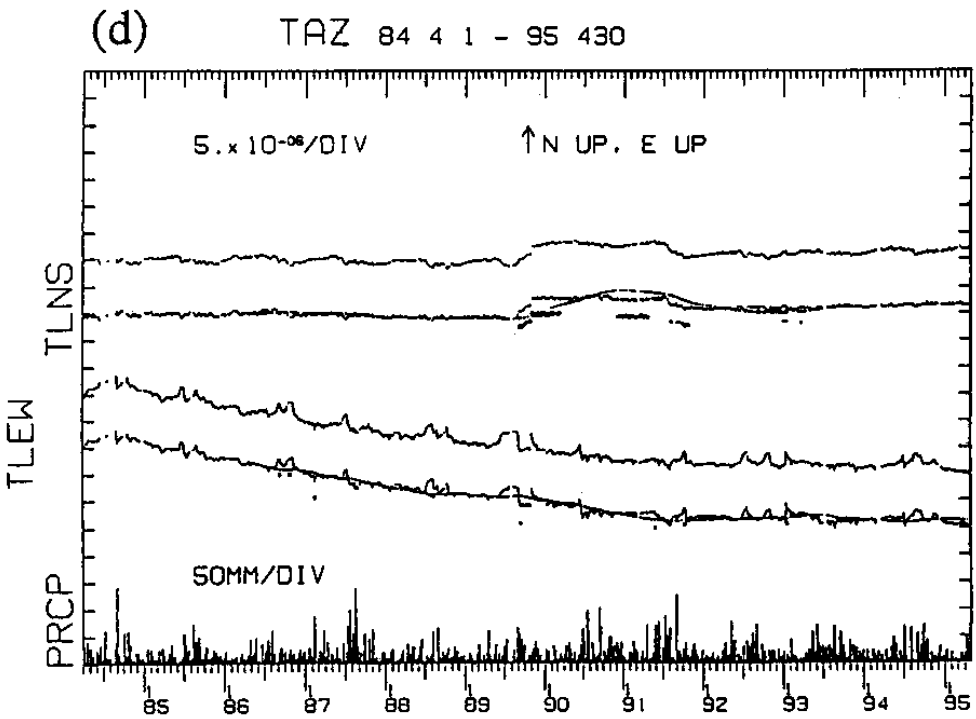


第3図 地殻変動観測点の水管傾斜計により観測された傾斜変化 (1984年4月~1995年4月)。上から南北成分の観測データ, 平年値を取り除いた結果, 東西成分の観測データ, 平年値を取り除いた結果, 日別降水量を示す。平年値を取り除いた結果には730日のデータの回帰直線から外挿した予測値を重ねてある。平年値を取り除いた成分の下側にマークが付されている部分は予測値と観測値との差が平年値推定の際の標準偏差の2倍を超えていることを示す。(a)五城目 (GJM), (b)男鹿 (OGA), (c)仁別 (NIB), (d)田沢湖 (TAZ), (e)黒沢尻 (KRS), (f)姫神 (HMK), (g)大東 (DIT), (h)気仙沼 (KSN), (i)宮古 (MYK), (j)三陸 (SNR)。

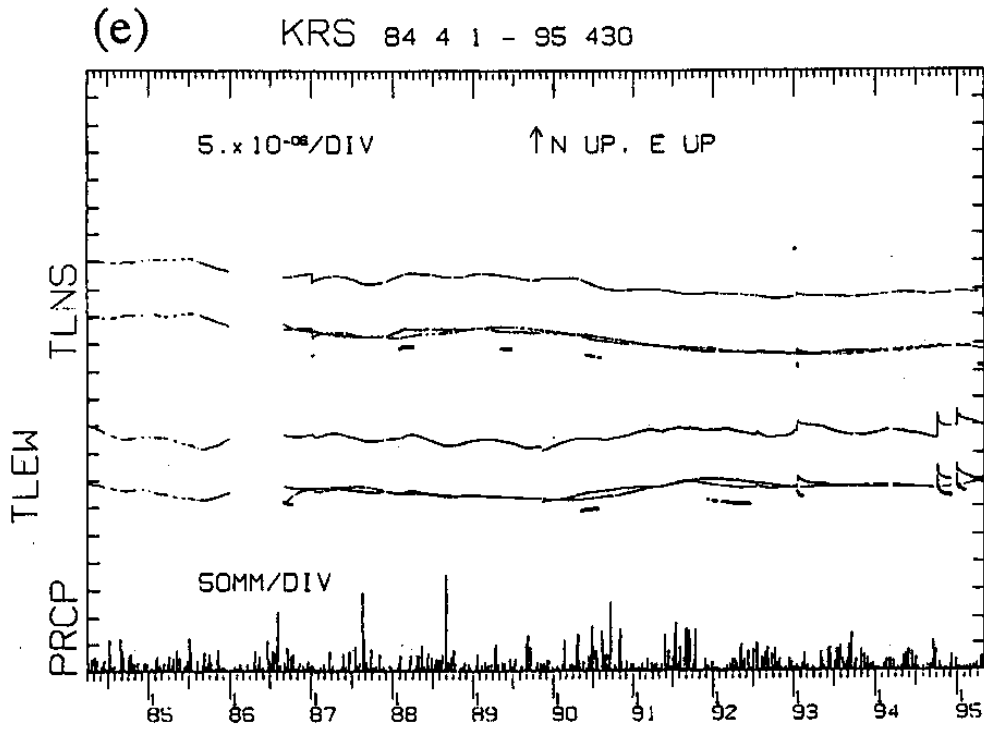
Fig. 3 Tilt changes observed by water-tube tiltmeters at (a) GJM, (b) OGA, (c) NIB, (d) TAZ, (e) KRS, (f) HMK, (g) DIT, (h) KSN, (i) MYK, and (j) SNR for the period from April, 1984 to April, 1995. For each station, observed and reduced data corrected for normal values for north-south and east-west tilt components, and daily precipitation are shown. Smooth lines overlaid on reduced data indicate predicted values extrapolated from the preceding 730 days data. Bold lines under the reduced data demonstrate anomalous data with a criterion: if reduced data differ from predicted values more than twice of standard deviation in estimating the normal values.



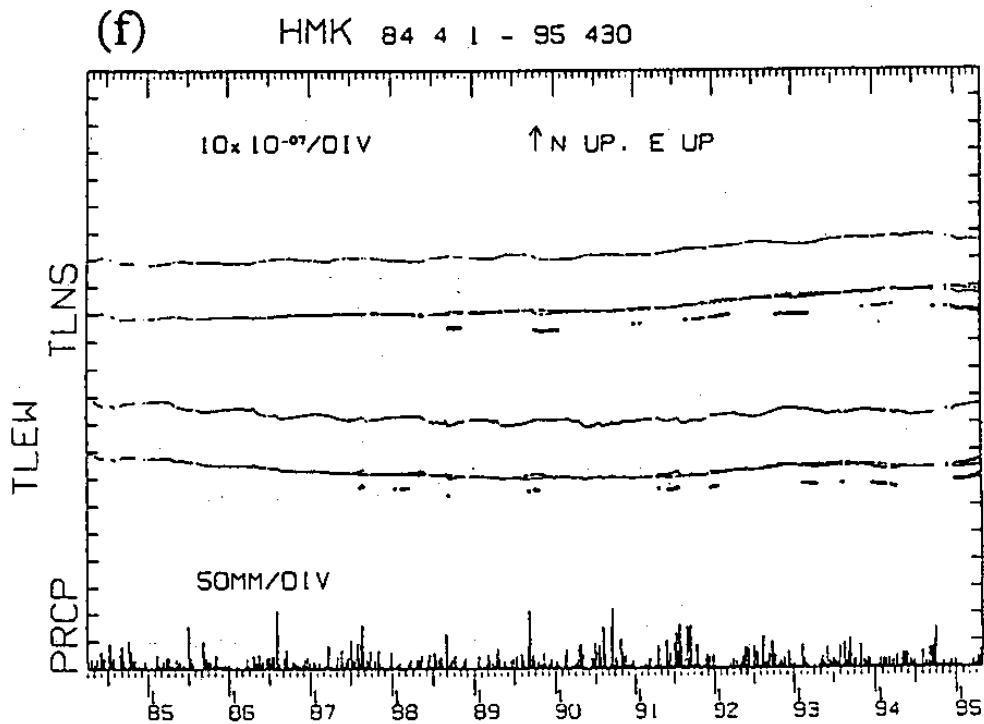
(c) 仁別 (NIB)



(d) 田沢湖 (TAZ)



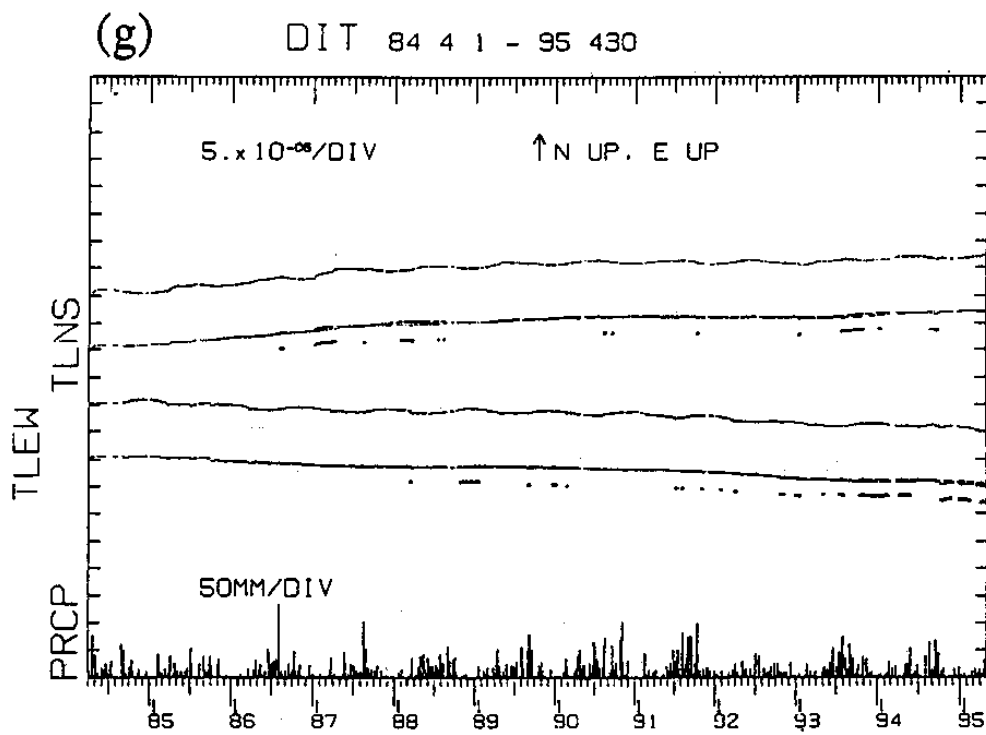
(e) 黒沢尻 (KRS)



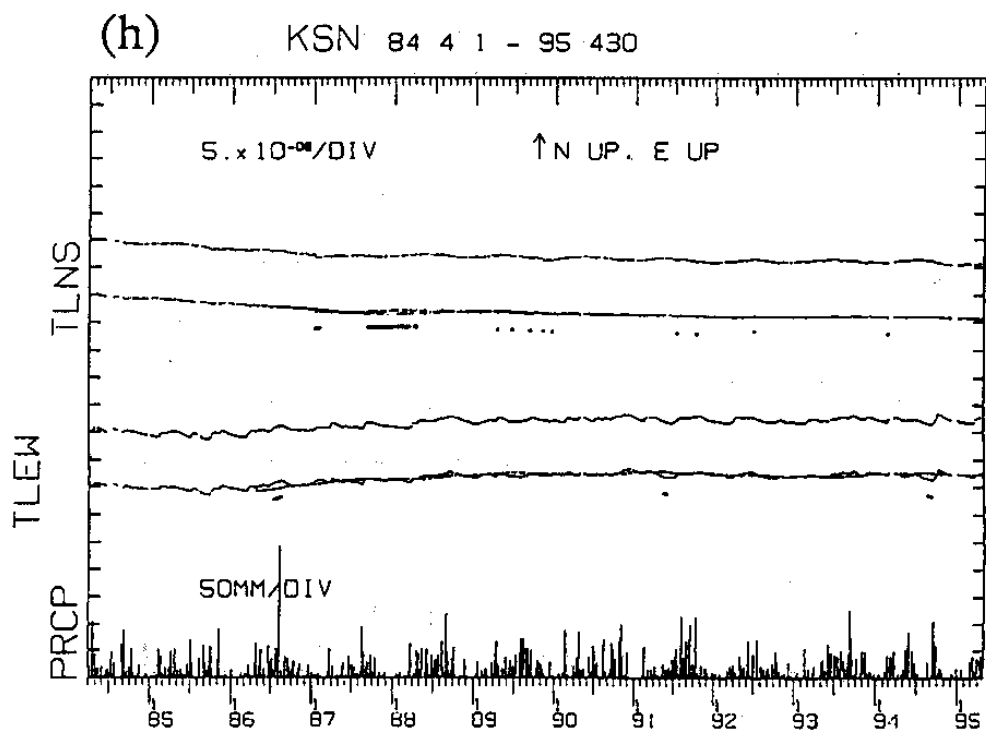
(f) 姫神 (HMK)

第3図 つづき

Fig. 3 (Continued)



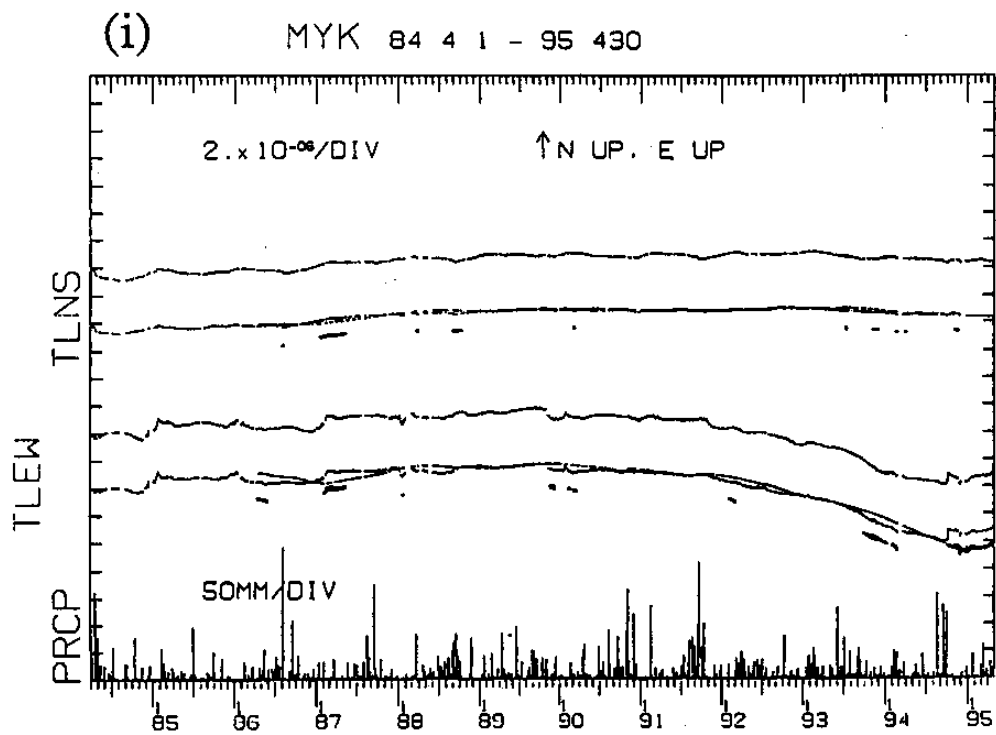
(g) 大東 (DIT)



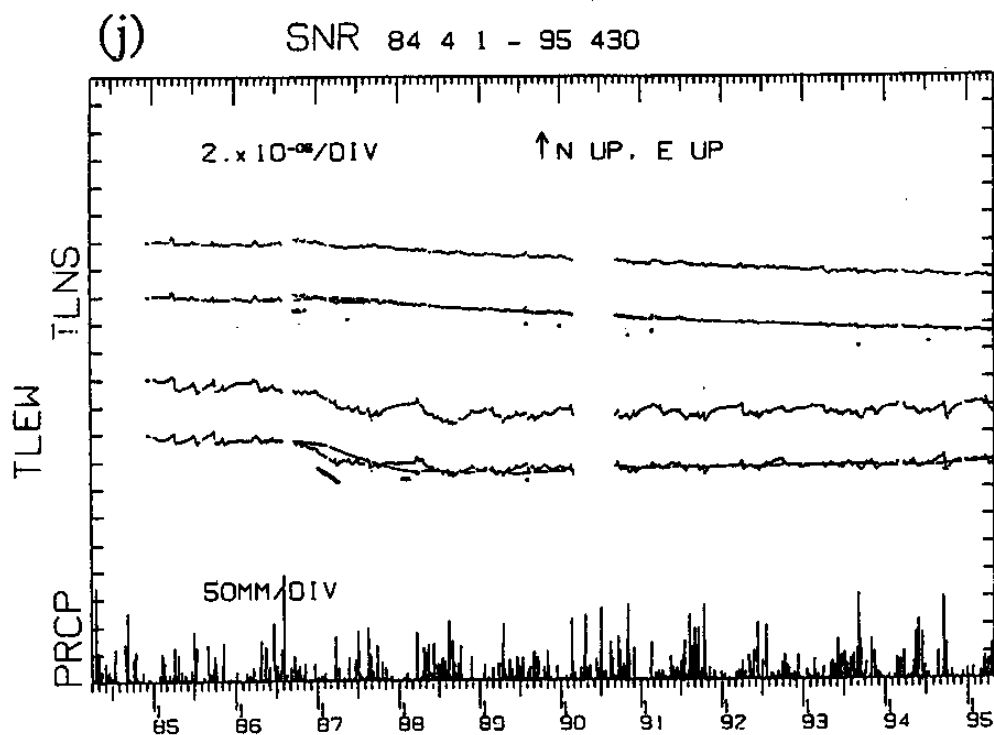
(h) 気仙沼 (KSN)

第3図 つづき

Fig. 3 (Continued)



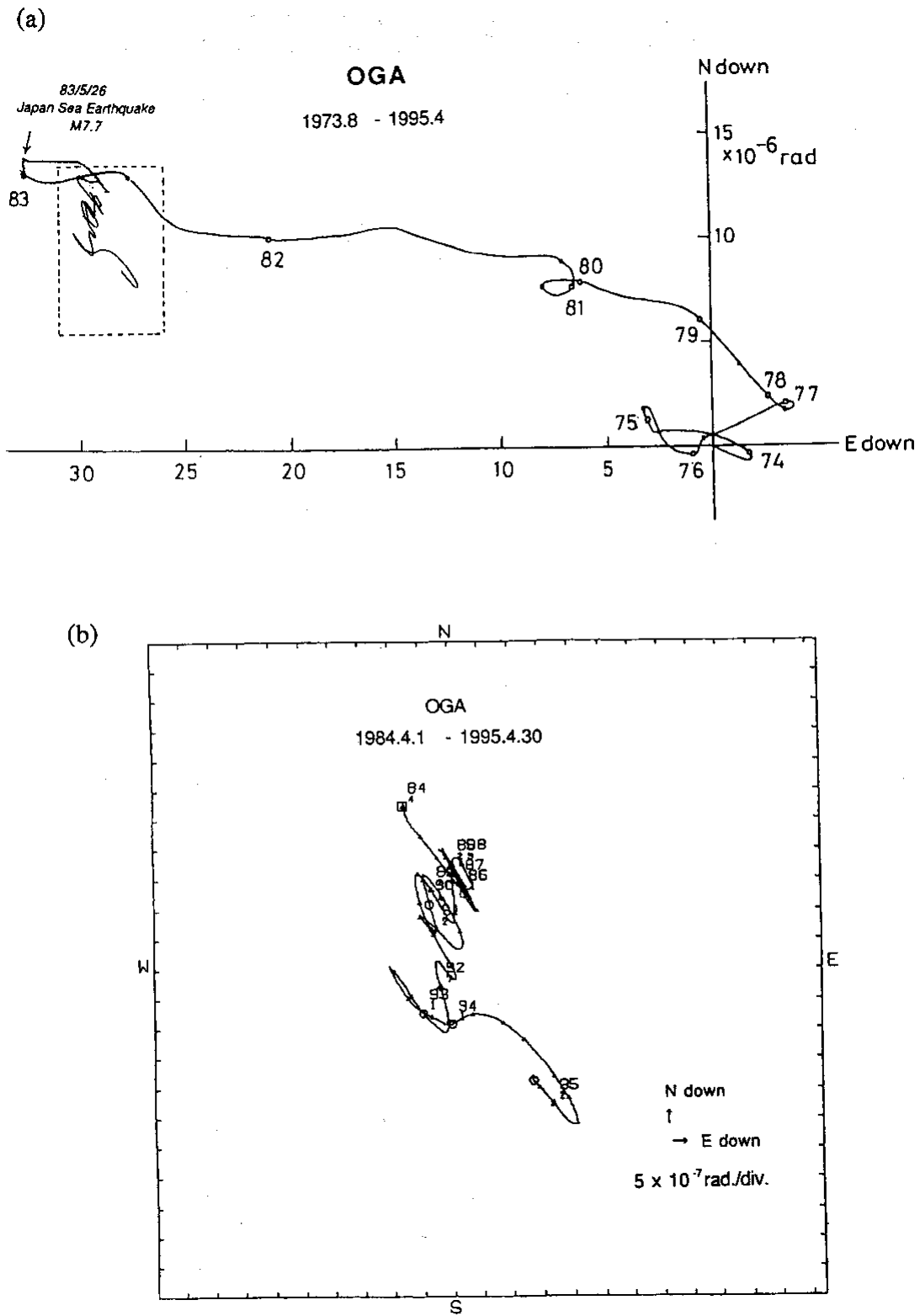
(i) 宮古 (MYK)



(j) 三陸 (SNR)

第3図 つづき

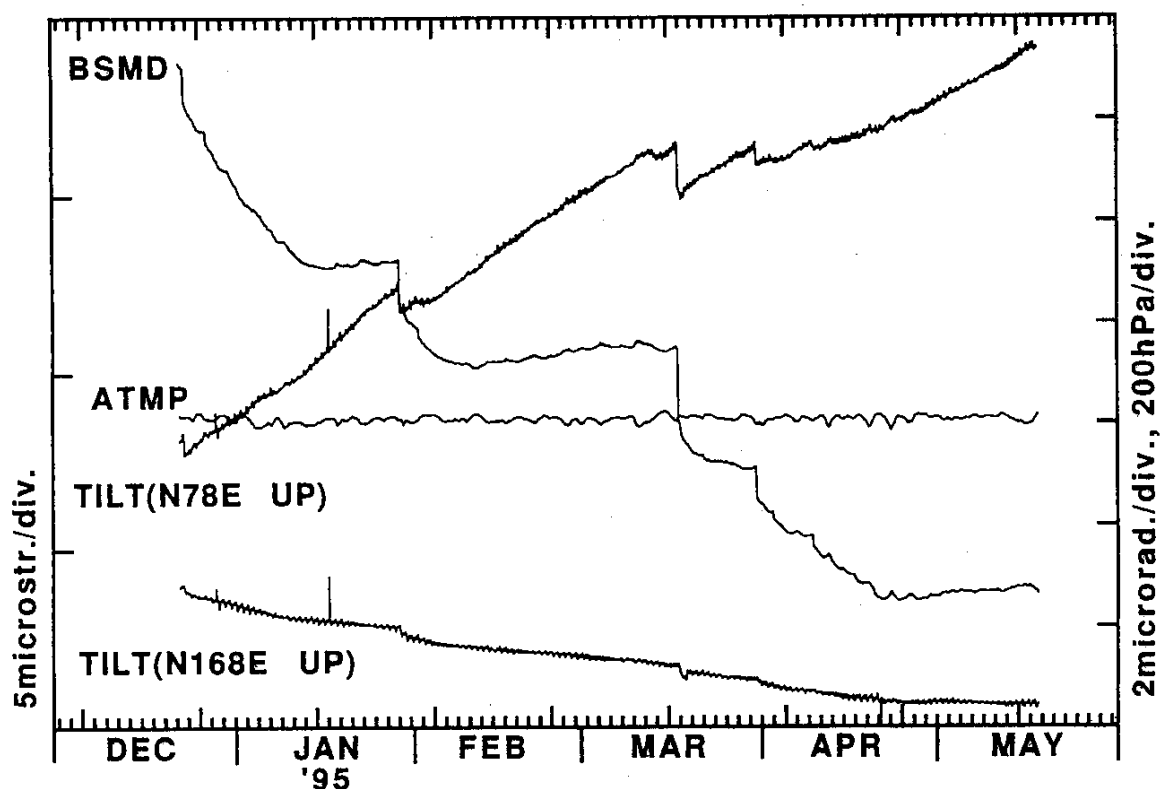
Fig. 3 (Continued)



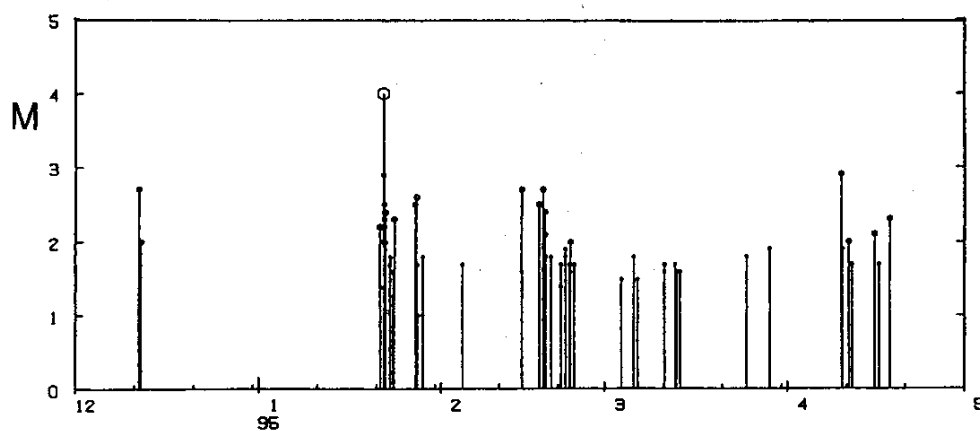
第4図 男鹿観測点 (OGA) における水管傾斜計により観測された傾斜ベクトル。(a)1973年8月から1995年4月まで。ただし、1982年末までは直接読みとりによる結果、それ以降は自記水管傾斜計による観測データから年周成分を除去した結果にそれぞれ基づいている。(b)1984年4月から1995年4月まで ((a)の矩形で示した部分を拡大した結果)。

Fig. 4 Tilting vector by water-tube tiltmeters at OGA. (a) For the period from August, 1973 to April, 1995. Data are derived from direct reading before 1983 and from telemetry system using electric transducers since then. (b) For the period from April, 1984 to April, 1995. Magnified plot of the rectangular part shown in (a).

(a) **TBS 94/12/22-95/5/18**



(b)

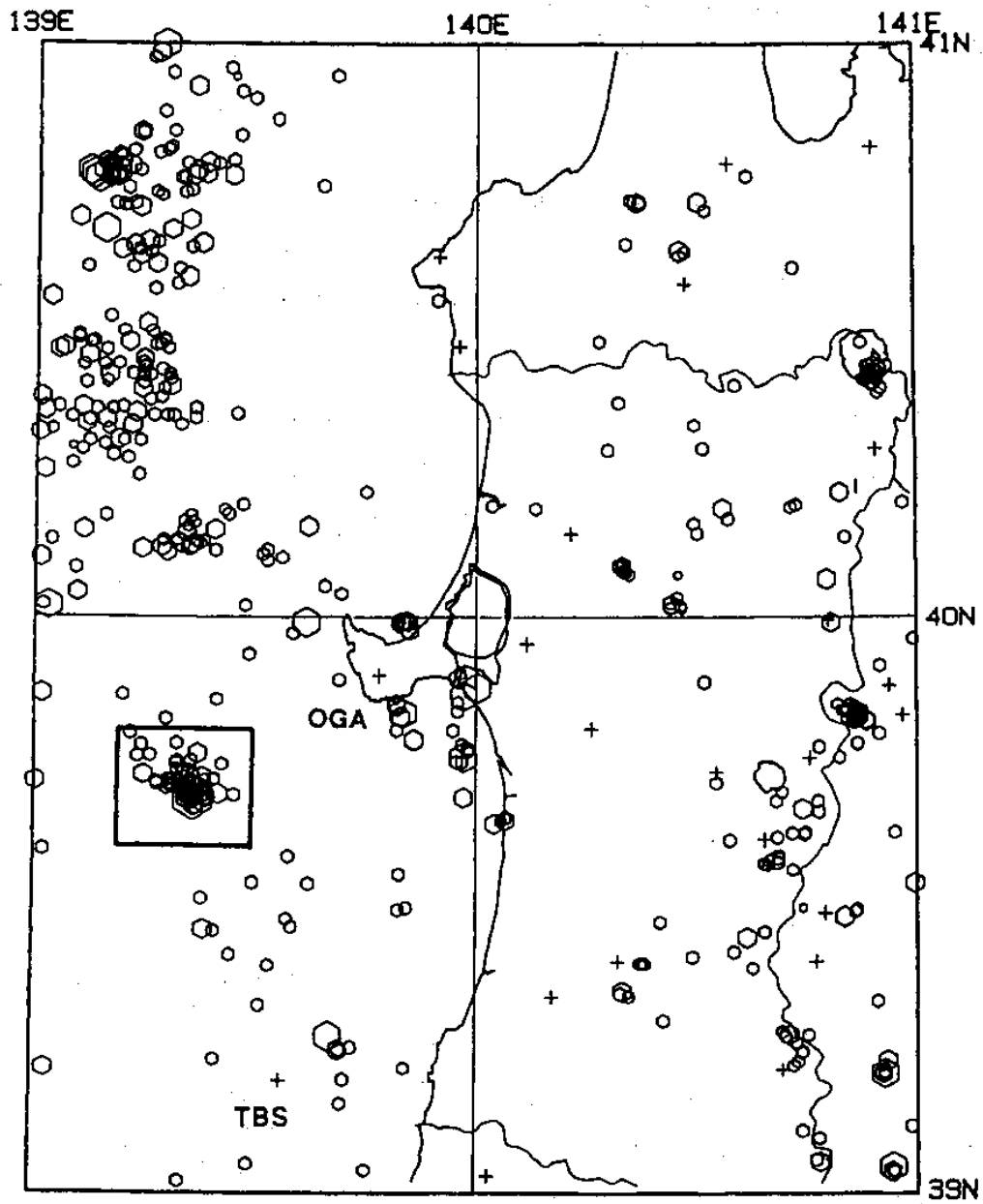


第5図 (a)飛島観測点 (TBS) における歪・傾斜変化。BSMD, TILT, ATMP はそれぞれ体積歪計, 地中型傾斜計, 気圧計のデータを示す。期間は1994年12月から1995年5月まで。(b)(c)に矩形で示した領域に発生した地震のM-T図。

Fig. 5 (a) Strain and tilt changes observed at Tobishima (TBS) for the period from December, 1994 to May, 1995. BSMD, TILT, and ATMP indicate a borehole strainmeter, borehole tiltmeters, and atmosphere pressure, respectively. (b) M-T diagram for the earthquakes occurred in the rectangular region shown in (c) for the period from December, 1994 to May, 1995.



(c)



第5図 つづき (c)秋田沖の地震活動〈1994年12月から1995年4月まで〉と男鹿観測点 (OGA) および飛島観測点 (TBS) の配置図

Fig.5 (Continued) (c) Seismicity map off Akita prefecture for the period from December, 1994 to May, 1995 and location of Tobishima (TBS) and Oga (OGA) stations.